

①⑨ 日本国特許庁 (JP)

①⑩ 特許出願公開

①⑪ 公開特許公報 (A)

昭55—104776

①⑫ Int. Cl.³
G 01 T 1/16
1/24
H 01 L 31/08

識別記号

庁内整理番号
2122—2G
2122—2G
6655—5F

①⑬ 公開 昭和55年(1980)8月11日

発明の数 2
審査請求 未請求

(全 5 頁)

①⑭ 固体放射線検出器およびその検出器列

①⑮ 特 願 昭54—161692
①⑯ 出 願 昭54(1979)12月14日
優先権主張 ①⑰ 1978年12月14日 ①⑱ 米国(US)
①⑲ 969545
①㉓ 発 明 者 ジャック・デーン・キングス
リー
アメリカ合衆国ニューヨーク州

①㉔ 出 願 人 ゼネラル・エレクトリック・カ
ンパニイ
アメリカ合衆国12305ニューヨ
ーク州スケネクタデイ・リバー
ロード1番
①㉕ 代 理 人 弁理士 生沼徳二 外1名

明 細 書

1. 発明の名称

固体放射線検出器およびその検出器列

2. 特許請求の範囲

1. 第1および第2の相対する表面を有しかつ
放射線量子の吸収にตอบสนองして前記第1および第2
の表面間におけるコンダクタンスの変化を示す光
導電性物質の層と、前記層の前記第1の表面上に
配置された第1の電極と、前記層の前記第2の表
面上に配置された第2の電極とを有することを特
徴とする固体放射線検出器。

2. 前記層をバイアスするための手段が前記第
1および第2の電極間に結合される、特許請求の
範囲第1項記載の放射線検出器。

3. 前記バイアス手段が電圧源から成る、特許
請求の範囲第2項記載の放射線検出器。

4. 前記層のコンダクタンスを測定してそれに
比例した出力信号を発生するための手段が前記第
1および第2の電極のいずれか一方に接続される、
特許請求の範囲第1項記載の放射線検出器。

5. 入力側が前記第2の電極に接続された演算
増幅器、前記演算増幅器の入力側と出力側との間
に接続された帰還抵抗、および前記演算増幅器の
出力側に接続されかつその両端には前記層に入射
した放射線束の強度に応じた出力信号を与える負
荷抵抗から前記電流測定手段が成る、特許請求の
範囲第4項記載の放射線検出器。

6. 前記層の光導電性物質の暗電流を低減させ
るように選ばれた物質の薄膜が前記層の第1およ
び第2の表面の少なくとも一方とそれに関連した
前記第1または第2の電極との間に形成される、
特許請求の範囲第1項記載の放射線検出器。

7. 前記薄膜が硫化亜鉛から成る、特許請求の
範囲第6項記載の放射線検出器。

8. 前記薄膜が1000 オングストローム程度の
厚さに形成される、特許請求の範囲第7項記載の
放射線検出器。

9. 前記半導電性の層が酸化鉛、セレン化カド
ミウムおよびセレンよりなる群の中から選ばれた
物質から成る、特許請求の範囲第1項記載の放射

(1)

(2)

線検出器。

10. 前記光導電性物質がセレンである、特許請求の範囲第9項記載の放射線検出器。

11. 前記層が前記第1および第2の表面間において500ミクロン程度の厚さを有する、特許請求の範囲第10項記載の放射線検出器。

12. 前記層が放射線入射方向に沿って約0.35〜約1センチメートルの長さを有する、特許請求の範囲第11項記載の放射線検出器。

13. 前記層が前記第1および第2の表面に対して実質的に垂直に位置しかつそれらの間に広がる放射線入射面を有する、特許請求の範囲第1項記載の放射線検出器。

14. 前記放射線入射面の幅が約2センチメートルである、特許請求の範囲第13項記載の放射線検出器。

15. 前記光導電性物質が $10^{15} \Omega \cdot \text{cm}$ 程度の暗時抵抗率を有する、特許請求の範囲第1項記載の放射線検出器。

16. 前記第1および第2の電極の各々が酸化イ

(3)

に垂直な放射線入射面を有しかつ入射した放射線量子の吸収に应答して前記第1および第2の表面間の電気的コンダクタンスの変化を示す光導電性物質の層と、並びに前記層の前記第2の表面上に配置された板状電極とを有することを特徴とする固体放射線検出器列。

21. 硫化亜鉛の薄膜が前記層の前記第1の表面と前記第1の電極の全部との間に配置される、特許請求の範囲第20項記載の検出器列。

22. 前記薄膜が約1000オングストロームの厚さを有する、特許請求の範囲第21項記載の検出器列。

23. 前記層の光導電性物質の暗電流を低減させるように選ばれた物質の薄膜が前記層の前記第2の表面と前記~~電極~~^{板状}電極との間に挿入される、特許請求の範囲第20項記載の検出器列。

24. 前記物質が硫化亜鉛である、特許請求の範囲第23項記載の検出器列。

25. 前記薄膜が約1000オングストロームの厚さを有する、特許請求の範囲第24項記載の検出

(5)

特開昭55-104776(2)

ンジウム、酸化スズ、酸化イトリウムスズ、ニッケル、アルミニウムおよび金よりなる群の中から選ばれた材料で形成される、特許請求の範囲第1項記載の放射線検出器。

17. 前記第1の電極がニッケル被覆タンゲステンで形成されている、特許請求の範囲第1項記載の放射線検出器。

18. 前記第1の電極が約500オングストローム〜約6ミリインチの厚さを有する、特許請求の範囲第1項記載の放射線検出器。

19. 前記第2の電極が約500オングストローム〜約4ミリインチの厚さを有する、特許請求の範囲第1項記載の放射線検出器。

20. 表面を有する絶縁性基体と、前記基体の前記表面上において互いに離隔しながら実質的に平行に配置された複数の細長い第1の電極と、前記第1の電極およびそれに隣接した前記基体の表面を被覆して、前記第1の電極に近い側の第1の表面、前記第1の電極から遠い側の第2の表面、および前記第1および第2の表面に対して実質的

(4)

器列。

26. 前記第1の電極の各々が約3〜約4ミリインチの幅を有する、特許請求の範囲第20項記載の検出器列。

27. 前記複数の第1の電極の隣接するもの同士の間隔が約5ミリインチである、特許請求の範囲第26項記載の検出器列。

28. 前記層が約20ミリインチの厚さを有する、特許請求の範囲第20項記載の検出器列。

29. 前記第1の電極の各々が前記放射線入射面に垂直な方向に沿って約1センチメートルの長さを有する、特許請求の範囲第20項記載の検出器列。

30. 前記層をバイアスするための手段が少なくとも前記板状電極に接続される、特許請求の範囲第20項記載の検出器列。

31. 前記第1の電極の各々と前記板状電極との間にある前記光導電性の層の部分のコンダクタンスを測定してそれに比例した出力信号を夫々発生するための複数の手段が、前記複数の第1の電極

(6)

にそれぞれ接続される、特許請求の範囲第20項記載の検出器列。

3. 発明の詳細な説明

本発明は放射線検出器に関するもので、更に詳しく言えば、新規な固体X線検出器およびそれを応用した検出器列に関する。

放射線強度の正確な測定は数多くの用途において必要とされる。特に、計算機制御X線断層撮影装置とりわけ機械部品の非破壊検査用の分解能が極めて高いX線断層撮影装置におけるX線束強度の測定は非常に高い精度を要求する。精度の向上はまた、医学的、工業的およびその他の測定作業用のより一般的なX線断層像装置においても有益である。

一般的に言えば、X線束強度を正確に測定するには2つの物理的方法が使用できる。第一には、固体シンチレータ素子を用いてX線束を光束に変換し、次いでその強度を光電子増倍管やシリコン感光素子のごとき追加装置によつて測定することが出来る。第二には、キセノンなどのこと

(7)

また、光導電層の一方の表面上に1群の平行な電極を用いた検出器列も提供される。光導電層の他方の表面上には共通のバイアス電極が配置され、そしてそれにバイアス電源が接続される。なお、複数の電極の各々は複数の出力調整増幅器の1つにそれぞれ接続される。

本発明の目指す課題は、コンパクトな多重検出器列の形で簡便に製造される高感度のX線検出器を得ることにある。このような課題は、薄膜形成技術の使用に適した構成および材料の多重成層構造物において達成されるのである。

以下、添付の図面を参照しながら本発明を一層詳しく説明しよう。

先ず第1図を見ると、1対の相対する表面11aおよび11bを有する層11を用いた固体放射線検出器10が示されている。相対する表面間で測定されるコンダクタンスは放射線量子の吸収に反応して変化する。詳しく言えば、X線束の検出の場合、層11は酸化鉛、セレン化カドミウム、セレンなどのごとき固体物質から成る。現時点

(9)

き気体状のX線光導電体の使用して、X線による電離度に応じて誘導コンダクタンスを変化させることにより測定できる。しかるに、いずれの原理に基づくX線束強度測定装置も割合に複雑であるから、特に計算機制御X線断層撮影装置の精度を向上させるために役立つより簡単な放射線束検出器およびそれを応用したコンパクトな検出器列は今なお要望されている。

さて本発明に従えば、相対する境界面間のコンダクタンスが入射する放射線束の変化に応じて変化するような光導電性物質の層を用いた固体放射線検出器が提供される。相対する境界面の各々の上には電極が配置されるが、その材料は光導電層がバイアスされた場合に検出器を通つて流れる暗電流を最小にするように選ばれる。

光導電性物質がセレンである好適な一実施例においては、電極の配置に先立ち、相対する境界面の各々の上に硫化亜鉛の薄膜が形成される。これは、光導電層を横切つて注入される暗電流を更に低減させるのに役立つ。

(8)

において好適な実施例においては、暗時の導電率が極めて小さいという理由により、X線応答性の光導電性物質としてセレンが使用される。原子番号が僅か34であるセレンは最適のX線吸収物質と言えないが、蒸着などの方法によつて容易に付着させ得ること並びに前述のごとく暗時の導電率が極めて小さいこと(暗時の抵抗率が極めて高く $10^{15} \Omega \cdot \text{cm}$ 程度であること)のため、この物質の不満足なX線吸収特性も許容されるのである。約500ミクロン(20ミリインチ)の厚さAを有するセレン層11は、約500オングストローム〜約6ミリインチの厚さT₁を有する第1の電極12上に配置されている。なお、電極12はニッケル-タンゲステン部材で構成するのが有利であるが、金、酸化インジウム、酸化スズ、酸化インジウムスズ、ニッケル被覆タンゲステン、アルミニウムおよびニッケルもまた同様に使用できる。

不可欠なわけではないが、光導電層11の配置に先立ち、約1000オングストロームの厚さT

(10)

を有する硫化亜鉛の薄膜14を電極12上に形成することが好ましい。同様に、やはり不可欠なわけではないが、光導電層11の他方の表面11b上にも硫化亜鉛の薄膜16を形成することが好ましい。光導電層11の表面11b上には第2の電極18が配置されている。とは言え、硫化亜鉛の薄膜16が使用される場合には、光導電層11の表面11bから遠い側に位置する薄膜16の表面上に電極18が配置されることになる。電極18は上記材料中の任意のものまたは金属被覆プラスチック材料から成るもので、約500オングストローム～約4ミリインチの厚さ T_2 を有する。好適な一実施例においては、第1の電極12としてニッケル被覆銅製電極が使用される一方、第2の電極18はアルミニウムから成る。

セレンの抵抗率は約 $10^{15} \Omega \cdot \text{cm}$ であるから、厚さ0.05 cmのセレン層は約 $2.5 \times 10^{13} \Omega$ の暗抵抗を有する。また、約100 keVのX線に対するセレンの吸収係数は約2/cmであるから、セレン層の厚さAと吸収係数との積は100 keVのX線量

01

電極12に大地電位に対して正の電位Vを印加する。第2の電極18は演算増幅器25の入力側25aに接続される。なお、演算増幅器25の出力側25bは帰還抵抗 R_f を介して入力側25aに接続されかつ等価負荷抵抗 R_L を介して大地に接続される。かかる検出器の電気的出力信号はX線応答性光導電層のコンダクタンスに比例するのであつて、それは演算増幅器25の出力側25bから取出される。通例、電源20の電圧Vは5000ボルト程度である一方、光導電層の暗抵抗は前述のごとく $2.5 \times 10^{15} \Omega$ 程度であるから、検出器と演算増幅器の等価入力抵抗 R_{eq} との直列回路を通じて流れる暗電流は約0.2ナノアンペアとなる。

動作に際しては、端面11cを通して光導電層11の容積中に放射線量子が入射する結果、電極12および18間における光導電層11のコンダクタンスが増大する。かかるコンダクタンスの増大即ち抵抗の減少は、光導電層11を通つて流れる電流を増加させ、従つて電流測定用演算増幅器25から得られる出力信号の増大をもたらす。

03

子に対して約0.1となる。

かかる検出器は、X線量子がその端面11cに対する法線Nとある小さな角 θ を成して入射し、そのためX線量子の吸収が検出器の長さBに沿つて起こるように設置される。長さBは通例約0.35～約1センチメートルであつて、ビーム硬化による飛程(トラッキング)誤差を低減させるには長さBが大きい方が好ましい。言うまでもなく、X線量子が光導電層11に入射する角 θ を小さくすれば、散乱X線量子に対する検出器の応答は抑制される。また、角 θ は光導電層11の厚さAと長さBとの比にも関係していて、その最適化は端面11cが相対する表面11aおよび11bに対して実質的に垂直な場合に達成される。X線量子入射用の端面の幅Cは約2センチメートルである。かかる検出器の変換効率はX線量子/個当り 2×10^{-16} クーロン程度であつて、1ミリ秒の区間において1個のX線量子相当量程度の暗電流ショット雑音レベルを生じる。

第1の電極12には電源20が接続されて、

02

このように、出力信号の振幅は検出器に入射する放射線束の強度に応じて変化するのである。

次に第2図を見ると、絶縁性基体35を含む固体検出器列30が示されている。基体35の第1の表面35a上には、複数(N個)の電極37a～37nが互いに離隔しながら平行に配置されている。なお、互いに離隔した平行な電極37の全てを覆うように硫化亜鉛の薄膜39を形成することもできる。次いで、基体35の表面35aの一部の上(または硫化亜鉛の薄膜39の使用時ならばその上)に放射線応答性の光導電層42が配置され、それによつて複数の電極の全てを含む領域が被覆されている。基体35から遠い側に位置する光導電層42の表面もやはり硫化亜鉛の薄膜44によつて被覆することができ、最後に、基体35から遠い側に位置する光導電層42の表面上(または硫化亜鉛の薄膜44の使用ならばその上)には導電性の第1の電極46が配置されている。なお、機械的安定性を得るため、第1の電極46は光導電層42の1つの端面を横切つて

04

基体 35 の一部の上まで延長させるのが有利である。第 / の電極 46 には電圧 V の電源 20' が接続され、それによつて光導電層 (たとえばセレン層) 42 に正のバイアス電圧が印加される。

かかる検出器列中の各検出器は、第 / の電極 46、 / つの電極 37、およびそれらの間にはさまれた部分の光導電層 42 によつて定義される。細長い電極 37a~37n の各々は約 3~4 ミリインチ (75~100 ミクロン) の幅 W を有し、かつ電極同士の間隔 S は約 5 ミリインチ (125 ミクロン) である。また、各電極の長さ L は約 1 センチメートルであり、かつ光導電層 42 の高さ H は 20 ミリインチ (500 ミクロン) 程度である。従つて、かかる検出器列は放射線入射面において約 5 ミリインチ (125 ミクロン) の幅を有する複数の互いに隣接した検出器から成るわけである。複数の電極 37a~37n は同数の演算増幅器 50a~50n の入力側にそれぞれ接続される。なお、各々の演算増幅器の入力側と出力側との間には帰還抵抗 $R_{f,1} \sim R_{f,n}$ が接続され、またその出力側と

大地との間には等価負荷抵抗 $R_{L,1} \sim R_{L,n}$ が接続される。それぞれの演算増幅器 50a~50n の出力側には、第 / の電極 46 と各演算増幅器に関連した電極 37a~37n との間に位置する部分の光導電層のコンダクタンス P の変化に応じた複数の出力信号 $O_1 \sim O_n$ が現われる。すなわち、放射線量子が光導電層 42 の端面 42a に対する法線 N と角 θ を成しながらかつ検出器の受感 (アクセプタンス) 角の範囲内で入射した場合、各々の量子は電極 37a~37n のいずれか / つに関連した光導電層 42 の容積中に吸収される。その結果、関連する電極 37 と第 / の電極 46 との間におけるコンダクタンスは増大し、従つて関連する出力信号 $O_1 \sim O_n$ の増大をもたらすことになる。

以上、若干の好適な本発明に関連して本発明を説明したが、その他にも数多くの変形実施例が可能なることは当業者にとって自明であろう。

4. 図面の簡単な説明

第 1 図は本発明の原理に基づく新規な固体放射線検出器の斜視図、そして第 2 図は本発明の

05

06

原理を応用した固体放射線検出器列の斜視図である。

図中、10 は固体放射線検出器、11 は光導電層、12 は第 / の電極、14 および 16 は酸化亜鉛の薄層、18 は第 2 の電極、20 は電源、25 は演算増幅器、30 は固体検出器列、35 は絶縁性基体、37 は複数の電極群、39 および 44 は酸化亜鉛の薄膜、42 は光導電層、46 は第 / の電極、そして 50 は複数の演算増幅器群を表わす。

特許出願人ゼネラル・エレクトリック株式会社
代理人(733) 三 田 商 二

Fig.1

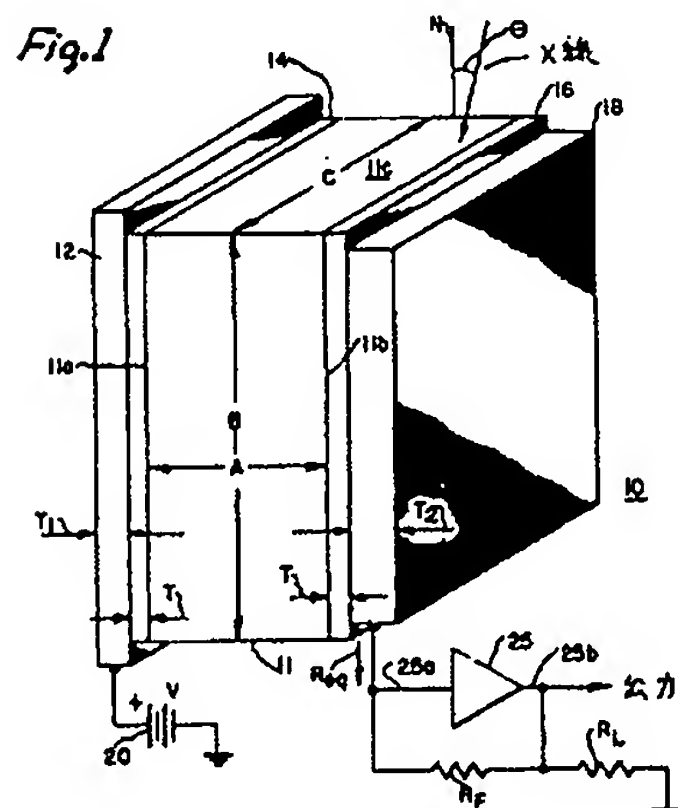
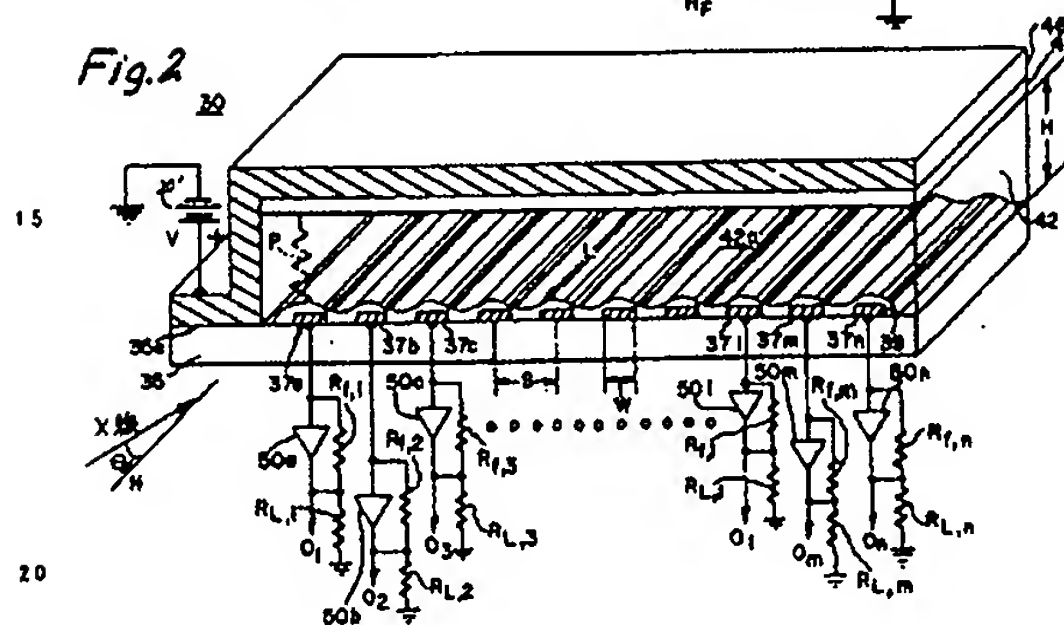


Fig.2



07